



P2002-167619A

(54) [Title of the Invention] FERRITIC STAINLESS STEEL WIRE AND METHOD OF PRODUCING SAME

(57) [Summary]

[Object]

To provide a ferritic stainless steel wire having an excellent cold plastic workability that does not cause cracks or breakage in the drawing process or in the straightening process in producing a cold-finished steel bar through a step including a drawing process and a straightening process from a coil material of the ferritic stainless steel wire, as well as an economical method for producing the same.

[Solving Means]

The hot-rolling-finishing temperature is set to be 800 to 930°C by regulating the hot rolling speed in hot rolling of a ferritic stainless steel wire so that the grain size of the ferritic stainless steel wire after completion of the hot rolling will be a fine size with a grain size number of 6 or above.

[Claims]

[Claim 1] A method of producing a ferritic stainless steel wire excellent in cold plastic workability, characterized in that a hot-rolling-finishing temperature is set to be 800 to 930°C in hot rolling of the ferritic stainless steel wire.

[Claim 2] A method of producing a ferritic stainless steel wire excellent in cold plastic workability, characterized in that a hot-rolling-finishing temperature is set to be 800 to 930°C by regulating a hot rolling speed in hot rolling of the ferritic stainless steel wire.

[Claim 3] A method of producing a ferritic stainless steel wire excellent in cold plastic workability, characterized in that a hot-rolling-finishing temperature is set to be 800 to 930°C by regulating a hot rolling speed in hot rolling of the ferritic stainless steel wire so that the grain size of the ferritic stainless steel wire after completion of the hot rolling will have a grain size number of 6 or above.

[Claim 4] A ferritic stainless steel wire excellent in cold plastic workability, characterized in that the grain size after completion of a hot rolling process has a grain size number of 6 or above.

[Claim 5] A ferritic stainless steel wire excellent in cold plastic workability, characterized in that the grain size after completion of a hot rolling process is made to have a grain size number of 6 or above by regulating a hot rolling speed in the hot rolling of the ferritic stainless steel wire.

[Claim 6] A ferritic stainless steel wire excellent in cold plastic workability, characterized in that a hot-rolling-finishing temperature is set to be 800 to 930°C by regulating a hot rolling speed in hot rolling of the ferritic stainless steel wire so that the grain size of the ferritic stainless steel wire after completion of the hot rolling will have a grain size number of 6 or above.

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Technical Field to which the Invention Pertains]

The present invention relates to a ferritic stainless cold-finished steel bar having an excellent cold plastic workability that does not cause cracks or breakage in a cold plastic

process such as cold drawing or straightening of bends.

[0002]

[Prior Art]

In recent years, machined components of stainless steel are often used as components of OA apparatuses, personal computer peripheral apparatuses, and various other controlling apparatuses. Many of these are processed from a stainless cold-finished steel bar by an automatic cutting processor such as an automatic lathe.

[0003]

Generally, a cold-finished steel bar is produced as follows. A hot-rolled steel bar, which has been subjected to thermal treatments such as annealing and normalizing in accordance with the needs after hot rolling, is straightened into a line shape, cut into a predetermined length, and then the surface of the steel bar is flattened and smoothened by a cutting process such as turning or peeling, and also the outer diameter is finished to have a predetermined dimension.

[0004]

Also, a cold-finished steel bar is sometimes produced by regulating the outer diameter dimension and the surface skin by subjecting the hot-rolled steel bar to a drawing process and thereafter straightening and finishing it into a line shape with a straightening apparatus such as a multi-roll straightening machine. Further, a cold-finished steel bar is sometimes made by winding a steel bar into a coil shape after hot rolling to prepare a long coil-shaped wire material, applying a drawing process continuously to the wire material into a predetermined outer diameter dimension and into an approximately straight line

shape, cutting a steel bar of a predetermined length successively from the tip of the drawn material, followed by finishing the steel bar into a straight line shape with a straightening apparatus such as the multi-roll straightening machine.

[0005]

The method of producing a cold-finished steel bar including the drawing process gives a good material yield as compared with the method by a cutting process. Particularly, the method of performing a drawing process continuously from a coil material is an extremely economical production method. However, this method raises a problem in the plastic workability of the steel because it includes a drawing process. In producing a cold-finished steel bar by a step of drawing process-straightening from a coil material of ferritic stainless steel, cracks or breakage often occurs in the aforementioned step, thereby raising a problem in production.

[0006]

[Problems-to-be Solved by the Invention]

An object of the present invention is to provide a ferritic stainless steel wire having an excellent cold plastic workability that does not cause cracks or breakage in the drawing process or in the straightening process in producing a cold-finished steel bar through a step including a drawing process and a straightening process from a coil material of the ferritic stainless steel wire, as well as an economical method for producing the same.

[0007]

[Means for Solving the Problems]

As a result of survey and research that we have conducted to solve the

aforementioned problem, we have found that the grain size of the ferritic stainless steel wire constituting a material gives a considerable influence on the occurrence of cracks or breakage of the steel bar in the cold-finished steel bar production step of ferritic stainless steel including a drawing process and a straightening process, and that, by reducing the grain size to be fine, the cold plastic workability of the ferritic stainless steel can be improved, thereby preventing occurrence of cracks or breakage of the steel bar in the cold-finished steel bar production step. Also, we have found out that, in the hot processing of the ferritic stainless steel, the finishing temperature of the hot processing must be 930°C or below in order to reduce the grain size to be fine.

[0008]

The present invention has been made on the basis of the above-mentioned findings. Namely, a method of producing a ferritic stainless steel wire excellent in cold plastic workability according to the present invention is characterized in that:

- (1) a hot-rolling-finishing temperature is set to be 800 to 930°C in hot rolling of the ferritic stainless steel wire;
- (2) a hot-rolling-finishing temperature is set to be 800 to 930°C by regulating the hot rolling speed in the hot rolling of the ferritic stainless steel wire;
- (3) a hot-rolling-finishing temperature is set to be 800 to 930°C by regulating the hot rolling speed in the hot rolling of the ferritic stainless steel wire so that the grain size of the ferritic stainless steel wire after completion of the hot rolling will have a grain size number of 6 or above. Also, the ferritic stainless steel wire excellent in cold plastic workability according to the present invention is characterized in that:

(4) the grain size after completion of the hot rolling process has a grain size number of 6 or above;

(5) the grain size after completion of the hot rolling process is made to have a grain size number of 6 or above by regulating the hot rolling speed in the hot rolling of the ferritic stainless steel wire;

(6) a hot-rolling-finishing temperature is set to be 800 to 930°C by regulating the hot rolling speed in the hot rolling of the ferritic stainless steel wire so that the grain size of the ferritic stainless steel wire after completion of the hot rolling will have a grain size number of 6 or above.

[0009]

[Detailed Description of the Embodiments]

The ferritic stainless steel wire excellent in cold plastic workability according to the present invention can be a stainless steel having a high content of Cr and made of at least 95% or above of ferrite phase in the solid phase state such as, for example, JIS SUS410 or SUS430 and, in accordance with the needs, can contain various alloy elements.

[0010]

With regard to the ferritic stainless steel wire excellent in cold plastic workability according to the present invention, a molten steel melted in the same manner as an ordinary ferritic stainless steel is cast into an ingot, which is further made into a billet by hot forging or hot rolling. Here, in producing a billet, the aforesaid molten steel can be continuously cast into a billet.

[0011]

The billet is heated to a hot rolling heating temperature, and is subjected to a hot rolling process with a hot rolling machine to make a rolled material having a desired outer diameter dimension. Subsequently, the rolled material is wound into a coil shape with the use of a winding apparatus, so as to make a coil-shaped steel wire. In the case of producing a long rolled material, it is preferable to roll it, for example, with the use of a tandem-type continuous rolling machine equipped with numerous roll pairs.

[0012]

The method of producing a ferritic stainless steel wire excellent in cold plastic workability according to the present invention is characterized in that the temperature of the rolled material immediately after completion of the hot rolling process (referred to as hot-rolling-finishing temperature) is set to be 800 to 930°C. When the hot-rolling-finishing temperature is too low, the deformation resistance of the steel is large, and also the deformability is low, thereby raising an inconvenience such as difficulty of rolling in performing the rolling process or occurrence of cracks or flaws in the rolled material. Therefore, the lower limit of the hot-rolling-finishing temperature is set to be 800°C. Also, when the hot-rolling-finishing temperature is too high, the grains of the rolled material will be coarse, thereby causing an inconvenience such as cracks or breakage in the product in the cold-finished steel bar production step performed as a later step. Therefore, the upper limit of the hot-rolling-finishing temperature is set to be 930°C.

[0013]

In order to regulate the hot-rolling-finishing temperature, any of the methods can be selected such as regulation of the temperature for heating the billet or forced heating or

cooling of the processed material during the hot rolling process. However, it is preferable to regulate the hot-rolling-finishing temperature by regulating the rolling speed in the hot rolling.

[0014]

During the hot rolling process, the temperature of the processed material rises due to process heat generated by the rolling process while the processed material is being cooled due to loss of heat by natural heat dissipation, contact with the roll of the rolling machine, or the like. When the rolling speed is increased, the processing time is shortened, so that, even if the processed amount is the same and the process heat generation is the same, the amount of heat loss decreases and the rolling-finishing temperature rises. When the rolling speed is decreased, the processing time is elongated, so that the rolling-finishing temperature lowers. According to the method of regulating the rolling speed in the hot rolling, the rolling-finishing temperature can be regulated in an extremely economical way without the need for special equipment for forced heating and cooling.

[0015]

The rolled material thus hot rolled is wound into a coil shape with a winding machine, and thereafter receives a preliminary process including an annealing process and lubricant application in accordance with the needs, to be subjected to a cold-finished steel bar production step. The cold-finished steel bar is produced by a cold-finished steel bar production method including cold drawing and straightening with a multi-roll straightening machine or the like.

[0016]

A ferritic stainless steel wire having a coarse grain structure with a grain size being below grain size number 6 raises an inconvenience such as cracks and breakage in the cold drawing process or in the straightening process in the aforesaid cold-finished steel bar production step. For this reason, the ferritic stainless steel wire excellent in cold plastic workability of the present invention is set to have a fine grain texture with the grain size after completion of the hot rolling process being grain size number 6 or above. Here, the grain size number is one measured in accordance with ASTM E112.

[0017]

Since the ferritic stainless steel serving as an object of the present invention has almost one phase in the solid phase, the grain size is determined by the hot processing condition, so that the grains cannot be made fine by the later heat treatment. According to the present invention, a rolled material having a fine grain texture with the grain size after completion of the hot rolling process being grain size number 6 or above can be obtained, and a ferritic stainless steel wire excellent in cold plastic workability can be obtained without causing an inconvenience such as cracks or breakage in the later-performed step of producing a cold-finished steel bar including a cold drawing process and straightening.

[0018]

A ferritic stainless steel having a composition shown in Table 1 was melted by arc furnace melting to prepare 4.6 tons of an ingot. The ingot was turned into billets of 153 mm square \times length 5 to 10 m by hot rolling.

[Table 1]

[0019]

[Table 1]

steal	chemical components (mass%)							
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	others
steal 1	0.005	0.03	0.30	0.01	0.01	0.25	17.2	Mo:1.0
steal 2	0.006	0.30	0.53	0.02	0.01	0.15	12.5	
steal 3	0.003	0.53	0.65	0.02	0.02	0.20	12.2	Mo:1.6
steal 4	0.010	0.35	0.55	0.01	0.01	0.16	16.8	
steal 5	0.008	0.36	0.46	0.01	0.02	0.28	20.5	

The billets were heated to 1200 to 1300°C, and hot-rolled with a wire material continuous rolling apparatus equipped with a rough rolling machine series made of eight 2-roll rolling machines, an intermediate rolling machine series made of six 2-roll rolling machines, and a finishing rolling machine series made of four 2-roll rolling machines and two 4-roll rolling machines, so as to prepare a wire material of diameter 17 mm round or 20 mm round, and wound with the use of a boring reel type winding machine to make a wire material coil having a weight of about 950 kg and an outer diameter of about 1.5 m. The values such as the dimension, temperature, and rolling speed of the rolled material measured on the inlet side and on the outlet side of each rolling machine series are shown in Table 2. In accordance with the comparison method defined in ASTM E112, the grain size was measured on the longitudinal cross-section center part including the axis of the wire material test piece collected from the wire material coil. The results are shown as grain size number in Table 2.

[Table 2]

[0020]

After the wire material coil was subjected to annealing by being left to stand for cooling after being heated at a temperature of 750°C for hours, scales were removed by pickling, and a lubricating coating film processing was carried out. The wire material coil subjected to the lubricating coating film processing was straightened and cut with a continuous-type drawing straightening machine (combined machine) equipped with a continuous drawing mechanism, a cutting mechanism, and a roll-type wire material straightening mechanism made of a pair of straightening rolls, so as to prepare a

[Table 2]

division	steel	intermediate rolling machine series				finishing rolling machine series				grain size number
		inlet side temperature (°C)	outletside			outlet side				
			dimension (mm ϕ)	rolling speed (m/sec)	temperature (°C)	dimension (mm ϕ)	rolling speed (m/sec)	temperature (°C)		
Example 1	steel 1	870	36	2.7	940	17	12.0	880	6.1	
Example 2	steel 2	900	36	3.7	950	20	12.0	880	6.3	
Example 3	steel 3	890	36	2.7	960	17	12.0	900	6.1	
Example 4	steel 4	910	36	3.7	970	20	12.0	900	6.2	
Example 5	steel 5	900	36	2.7	980	17	12.0	920	6.5	
Example 6	steel 5	860	36	2.9	960	17	13.0	920	6.3	
Example 7	steel 5	940	36	2.5	1000	17	11.3	920	6.6	
Comparative example 1	steel 1	970	36	2.7	1030	17	12.0	950	4.1	
Comparative example 2	steel 2	960	36	3.7	1020	20	12.0	950	4.5	
Comparative example 3	steel 3	990	36	2.7	1050	17	12.0	970	3.3	
Comparative example 4	steel 4	980	36	2.7	1070	20	12.0	970	3.1	
comparative example 5	steel 5	1020	36	2.5	1080	17	11.3	1000	3.0	

cold-finished steel bar having a diameter shown in Table 3 and a length of 4 to 5 m.

[Table 3]

[0021]

As will be understood from Table 3, in Examples 1 to 7, deleterious defects such as flaws and cracks were not recognized in the obtained cold-finished steel bar after straightening and cutting with the combined machine, and also the bending of the cold-finished steel bar was sufficiently small to be 1 mm/m or less, so that normal straightening was carried out. As will be understood from Table 2, in Examples 1 to 7, the outlet side temperature of the finishing rolling machine series (hot-rolling-finishing temperature) was set to be within a temperature range of 800 to 930°C by suitably regulating the rolling speed by the intermediate rolling machine and the finishing rolling machine according as the intermediate rolling machine series inlet side temperature was high or low.

[0022]

In Example 6 in which the intermediate rolling machine series inlet side temperature was lower as compared with Example 5, the rolling speed of the intermediate rolling and the finishing rolling was set to be comparatively high; and in Example 7 in which the intermediate rolling machine series inlet side temperature was higher as compared with Example 5, the rolling speed of the intermediate rolling and the finishing rolling was set to be comparatively low, so as to regulate the outlet side temperature of the finishing rolling machine series (hot-rolling-finishing temperature). In all of Examples 1 to 7, the grain size after completion of the hot rolling is a fine grain with a grain size

[Table 3]

division	cold drawing area reducing ratio (%)	diameter (mm)	result of straightening
Example 1	11.4	16	normal
Example 2	9.8	19	normal
Example 3	11.4	16	normal
Example 4	9.8	19	normal
Example 5	11.4	16	normal
Example 6	11.4	16	normal
Example 7	11.4	16	normal
Comparative example 1	11.4	16	broken when straightened
Comparative example 2	9.8	19	broken when straightened
Comparative example 3	11.4	16	broken when straightened
Comparative example 4	9.8	19	broken when straightened
Comparative example 5	11.4	16	broken when straightened

number of 6 or above.

[0023]

In Comparative Examples 1 to 5, the regulation between the intermediate rolling machine series inlet side temperature and the rolling speed of the intermediate rolling and the finishing rolling is not adequate, so that the finishing rolling machine series outlet side temperature (hot-rolling-finishing temperature) exceeds 930°C, producing a coarse grain texture with a grain size number of less than 6. As will be understood from Table 3, in Comparative Examples 1 to 5, cracks were produced in the cold drawing step, or breakage occurred in the straightening step, so that it was not possible to perform normal straightening.

[0024]

As shown above, according to the present invention, a ferritic stainless steel wire having an excellent cold plastic workability can be obtained that does not cause cracks or breakage in the drawing processing step or in the straightening processing step. Also, according to the present invention, since the finishing rolling machine series outlet side temperature (hot-rolling-finishing temperature) is regulated by regulating the rolling speed of the intermediate rolling and the finishing rolling, an apparatus for regulating the hot-rolling-finishing temperature, for example, an apparatus for forced cooling of the rolled material, is not needed. It can be said that the method of producing a ferritic stainless steel wire excellent in cold plastic workability of the present invention is an economical method.

[0025]

[Effects of the Invention]

As described above, the present invention can provide a ferritic stainless steel wire having an excellent cold plastic workability that does not cause cracks or breakage in the drawing process or in the straightening process in producing a cold-finished steel bar through a step including a drawing process and a straightening process from a coil material of the ferritic stainless steel wire, as well as an economical method for producing the same.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2002-167619
(P2002-167619A)

(43) 公開日 平成14年6月11日 (2002.6.11)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マ-ト [*] (参考)
C 2 1 D 8/06		C 2 1 D 8/06	B 4 E 0 0 2
B 2 1 B 1/16		B 2 1 B 1/16	B 4 K 0 3 2
3/02		3/02	
C 2 2 C 38/00	3 0 2	C 2 2 C 38/00	3 0 2 Z

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願2000-360593 (P2000-360593)

(22) 出願日 平成12年11月28日 (2000. 11. 28)

(71) 出願人 000003713

大同特殊鋼株式会社

愛知県名古屋市中区錦一丁目11番18号

(72) 発明者 今井 亮

愛知県東海市加木屋町南庭持1-6 スター

ハイツ大池南 S-202

(74) 代理人 100093779

弁理士 服部 雅紀

Fターム (参考) 4E002 AC14 BC07 BD03 BD08 CB01

4K032 AA04 AA13 AA16 AA20 AA23

AA27 AA29 AA31 BA02 CA02

CA03 CC03 CC04 CG01

(54) 【発明の名称】 フェライト系ステンレス鋼線およびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 フェライト系ステンレス鋼線のコイル材から引抜き加工、矯正加工を含む工程によってみがき棒鋼を製造する際に、引抜き加工工程、矯正加工工程で割れや折損を生じることがない、優れた冷間塑性加工性を有するフェライト系ステンレス鋼線とその経済的な製造方法を提供する。

【解決手段】 フェライト系ステンレス鋼線の熱間圧延において、熱間圧延速度を調整することによって、熱間圧延終止温度を800~930℃とし、熱間圧延終了後の前記フェライト系ステンレス鋼線の結晶粒度を結晶粒度番号6以上の細粒とする。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 フェライト系ステンレス鋼線の熱間圧延において、熱間圧延終止温度を800～930℃とすることを特徴とする冷間塑性加工性に優れたフェライト系ステンレス鋼線の製造方法。

【請求項2】 フェライト系ステンレス鋼線の熱間圧延において、熱間圧延速度を調整することによって、熱間圧延終止温度を800～930℃とすることを特徴とする冷間塑性加工性に優れたフェライト系ステンレス鋼線の製造方法。

【請求項3】 フェライト系ステンレス鋼線の熱間圧延において、熱間圧延速度を調整することによって、熱間圧延終止温度を800～930℃とし、熱間圧延終了後の前記フェライト系ステンレス鋼線の結晶粒度を結晶粒度番号6以上とすることを特徴とする冷間塑性加工性に優れたフェライト系ステンレス鋼線の製造方法。

【請求項4】 熱間圧延加工終了後の結晶粒度が、結晶粒度番号6以上であることを特徴とする冷間塑性加工性に優れたフェライト系ステンレス鋼線。

【請求項5】 フェライト系ステンレス鋼線の熱間圧延において、熱間圧延速度を調整することによって、熱間圧延加工終了後の結晶粒度を結晶粒度番号6以上とすることを特徴とする冷間塑性加工性に優れたフェライト系ステンレス鋼線。

【請求項6】 フェライト系ステンレス鋼線の熱間圧延において、熱間圧延速度を調整することによって、熱間圧延終止温度を800～930℃とし、熱間圧延終了後の前記フェライト系ステンレス鋼線の結晶粒度を結晶粒度番号6以上とすることを特徴とする冷間塑性加工性に優れたフェライト系ステンレス鋼線。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】 本発明は、冷間引抜き、曲り矯正などの冷間塑性加工時に割れ、折損などの生じることがない優れた冷間塑性加工性を有するフェライト系ステンレスみがき棒鋼に関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、OA機器、パソコン周辺機器類、その他各種制御機器部品としてステンレス鋼の機械加工部品が多く使用されている。これらの多くは、ステンレスみがき棒鋼から自動旋盤等の自動切削加工機によって加工される。

【0003】 一般にみがき棒鋼は、熱間圧延後必要に応じて焼なまし、焼ならしなどの熱処理をほどこした熱間圧延棒鋼を矯正して直線状とし、所定の長さ切断したのち、旋削、ピーリングなどの切削加工によって棒鋼の表面を平滑化するとともに外径を所定の寸法に仕上げて製造される。

【0004】 また、熱間圧延棒鋼を引抜き加工することによって外径寸法と表面肌を調整し、その後、多ロール

矯正機などの矯正装置によって直線状に矯正仕上げしてみがき棒鋼を製造することが行われている。さらに、熱間圧延後コイル状に巻き取って長尺なコイル状線材とし、該線材に対して連続的に引抜き加工を加えて所定の外径寸法とするとともにほぼ直線状とし、引抜き材先端から順次所定長さの棒鋼を切り出し、続いて該棒鋼を多ロール矯正機などの矯正装置によって直線状に仕上げることによってみがき棒鋼とすることが行われている。

【0005】 引抜き加工を含むみがき棒鋼の製造方法は、切削加工による方法に比べて材料歩留が良好であり、特に、コイル材から連続的に引抜き加工を行う方法は、極めて経済的な製造方法であるが、他方、この方法は、引抜き加工を含むため鋼の塑性加工性が問題となる。フェライト系ステンレス鋼のコイル材から引抜き加工—矯正の工程によってみがき棒鋼を製造する場合、前記工程中においてしばしば割れ、折損を生じることがあり製造上の問題となっている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 本発明は、フェライト系ステンレス鋼線のコイル材から引抜き加工、矯正加工を含む工程によってみがき棒鋼を製造する際に、引抜き加工工程、矯正加工工程で割れや折損を生じることがない、優れた冷間塑性加工性を有するフェライト系ステンレス鋼線とその経済的な製造方法を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】 上記課題を解決するために行った調査研究の結果、引抜き加工および矯正加工を含むフェライト系ステンレス鋼のみがき棒鋼製造工程における前記棒鋼の割れや折損の発生に対して、素材であるフェライト系ステンレス鋼線の結晶粒度が著しい影響を与え、結晶粒度を微細化することによってフェライト系ステンレス鋼の冷間塑性加工性を向上し、みがき棒鋼製造工程における前記棒鋼の割れや折損の発生を防止し得るという知見を得た。また、フェライト系ステンレス鋼の熱間加工において、結晶粒度を微細化するには熱間加工の終止温度を930℃以下とすることが必要であることを見出した。

【0008】 本発明は、上記の知見に基づいてなされたものである。すなわち、本発明の冷間塑性加工性に優れたフェライト系ステンレス鋼線の製造方法は、

(1) フェライト系ステンレス鋼線の熱間圧延において、熱間圧延終止温度を800～930℃とすることを特徴とする。

(2) フェライト系ステンレス鋼線の熱間圧延において、熱間圧延速度を調整することによって、熱間圧延終止温度を800～930℃とすることを特徴とする。

(3) フェライト系ステンレス鋼線の熱間圧延において、熱間圧延速度を調整することによって、熱間圧延終止温度を800～930℃とし、熱間圧延終了後の前記

フェライト系ステンレス鋼線の結晶粒度を結晶粒度番号6以上とすることを特徴とする。また、本発明の冷間塑性加工性に優れたフェライト系ステンレス鋼線は、

(4) 熱間圧延加工終了後の結晶粒度が、結晶粒度番号6以上であることを特徴とする。

(5) フェライト系ステンレス鋼線の熱間圧延において、熱間圧延速度を調整することによって、熱間圧延加工終了後の結晶粒度を結晶粒度番号6以上とすることを特徴とする。

(6) フェライト系ステンレス鋼線の熱間圧延において、熱間圧延速度を調整することによって、熱間圧延終了温度を800～930℃とし、熱間圧延終了後の前記フェライト系ステンレス鋼線の結晶粒度を結晶粒度番号6以上とすることを特徴とする。

【0009】

【発明の実施の形態】本発明の冷間塑性加工性に優れたフェライト系ステンレス鋼線は、例えばJIS SUS 410あるいはSUS 430のように、Cr含有率が高く、固相状態では少なくとも95%以上のフェライト相からなるステンレス鋼とし、必要に応じて各種の合金元素を含有することができる。

【0010】本発明の冷間塑性加工性に優れたフェライト系ステンレス鋼線は、通常のフェライト系ステンレス鋼と同様に溶製した溶鋼を鑄造してインゴットとし、さらに熱間鍛造または熱間圧延によってビレットとする。なお、ビレットの製造にあたっては、前記溶鋼を連続鑄造してビレットとすることもできる。

【0011】前記ビレットを熱間圧延加熱温度に加熱し、熱間圧延機によって熱間圧延加工して所要の外径寸法の圧延材とし、次いで巻取り装置を用いて前記圧延材をコイル状に巻き取ってコイル状の鋼線とする。長尺の圧延材を製造する場合は、例えば、多数のロール対を備えるタンデム式連続圧延機を用いて圧延することが好ましい。

【0012】本発明の冷間塑性加工性に優れたフェライト系ステンレス鋼線の製造法は、前記熱間圧延加工を終了した直後の圧延材の温度（熱間圧延終了温度という）を800～930℃とすることを特徴とする。熱間圧延終了温度が低すぎれば、鋼の変形抵抗が大きく、また、変形能が小さいため、圧延加工に際して圧延が困難となったり、圧延材に割れ、きずが発生するなどの不具合を生じる。それゆえ、熱間圧延終了温度の下限は800℃とする。また、熱間圧延終了温度が高すぎると、圧延材の結晶粒が粗大となり、後工程として行うみがき棒鋼製造工程において製品中に割れ、折損などの不具合を生じる原因となる。それゆえ、熱間圧延終了温度の上限は930℃とする。

【0013】前記熱間圧延終了温度を調整するには、例えば、ビレットの加熱温度を調整する、熱間圧延加工の途中で被加工材を強制的に加熱または冷却するなどいずれの方法をも選ぶことができるが、熱間圧延における圧延速度を調整することによって熱間圧延終了温度を調整するのが好ましい。

【0014】熱間圧延加工中において、被加工材は、自然放熱、圧延機用ロールとの接触などによる失熱のため冷却される一方、圧延加工による加工発熱によって昇温する。圧延速度を増加すると加工時間が短縮するので、加工量が同一で加工発熱が同一でも、失熱量が減少し、圧延終了温度は上昇する。圧延速度を減少すると加工時間が延長し、圧延終了温度は低下する。熱間圧延における圧延速度を調整する方法によれば、強制的な加熱冷却のための特別な設備を必要とせず、極めて経済的に圧延終了温度を調整することができる。

【0015】以上のように熱間圧延された圧延材は、巻取り機によってコイル状に巻取り、その後、必要に応じて焼なまし処理、潤滑剤塗布を含む予備処理を施してみがき棒鋼製造工程に供される。みがき棒鋼は、冷間引抜きおよび多ロール矯正機などによる曲げ矯正を含むみがき棒鋼製造法によって製造される。

【0016】結晶粒度が結晶粒度番号6未満の粗大結晶組織を有するフェライト系ステンレス鋼線では、前記みがき棒鋼製造工程における冷間引抜き加工、または矯正加工において、割れ、折損などの不具合を生じる。それゆえ、本発明の冷間塑性加工性に優れたフェライト系ステンレス鋼線は、熱間圧延加工終了後の結晶粒度が結晶粒度番号6以上の微細結晶組織を有するものとする。ここに結晶粒度番号は、ASTM E112に準じて測定したものとする。

【0017】本発明が対象とするフェライト系ステンレス鋼は固相でほぼ1相であるため、熱間加工条件によって結晶粒度が決まってしまう、爾後の熱処理によって結晶粒を微細化することができない。本発明によれば、熱間圧延加工終了後の結晶粒度が結晶粒度番号6以上の微細結晶組織を有する圧延材が得られ、爾後の冷間引抜き加工—矯正を含むみがき棒鋼の製造工程において、割れ、折損などの不具合を生じることがなく、冷間塑性加工性に優れたフェライト系ステンレス鋼線を得ることができる。

【0018】アーク炉溶解によって表1に示す組成を有するフェライト系ステンレス鋼を溶製し、4.6トンのインゴットとした。該インゴットを熱間圧延によって153mm角×長さ5～10mのビレットとした。

【表1】

鋼	化学成分 (質量%)							
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	その他
鋼1	0.005	0.03	0.30	0.01	0.01	0.25	17.2	Mo:1.0
鋼2	0.005	0.03	0.53	0.02	0.01	0.15	12.5	
鋼3	0.003	0.53	0.65	0.02	0.02	0.20	12.2	Mo:1.6
鋼4	0.010	0.35	0.55	0.01	0.01	0.16	16.8	
鋼5	0.008	0.36	0.46	0.01	0.02	0.28	20.5	

【0019】前記ビレットを1200～1300℃に加熱し、8基の2ロール圧延機からなる粗延機列、6基の2ロール圧延機からなる中間圧延機列、4基の2ロール圧延機と2基の4ロール圧延機とからなる仕上圧延機列を備える線材連続圧延装置によって熱間圧延して直径17mm丸または20mm丸の線材とし、ポーリングリール式巻取り装置を用いて巻き取って重量約950kg、

外径約1.5mの線材コイルとした。各圧延機列の入側および出側において測定した圧延材の寸法、温度、圧延速度等の値を表2に示す。前記線材コイルから採取した線材試験片の軸を含む縦断面中央部について、ASTM E112に定める比較法によって結晶粒度を測定した。その結果を結晶粒度番号として表2に示す。

【表2】

区分	鋼	中間圧延機列				仕上圧延機列			結晶粒度 番 号
		入側 温度 (℃)	出側			出側			
			寸法 (mm φ)	圧延速度 (m/sec)	温度 (℃)	寸法 (mm φ)	圧延速度 (m/sec)	温度 (℃)	
実施例 1	鋼 1	870	36	2.7	940	17	12.0	880	6.1
実施例 2	鋼 2	900	38	3.7	950	20	12.0	880	6.3
実施例 3	鋼 3	890	36	2.7	960	17	12.0	900	6.1
実施例 4	鋼 4	910	36	3.7	970	20	12.0	900	6.2
実施例 5	鋼 5	900	36	2.7	980	17	12.0	920	6.5
実施例 6	鋼 5	860	36	2.9	960	17	13.0	920	6.3
実施例 7	鋼 5	940	36	2.5	1000	17	11.3	920	6.6
比較例 1	鋼 1	870	36	2.7	1030	17	12.0	950	4.1
比較例 2	鋼 2	960	36	3.7	1020	20	12.0	950	4.5
比較例 3	鋼 3	990	36	2.7	1050	17	12.0	970	8.3
比較例 4	鋼 4	980	36	2.7	1070	20	12.0	970	3.1
比較例 5	鋼 5	1020	36	2.5	1080	17	11.3	1000	3.0

【0020】前記線材コイルに温度750℃で 時間加熱後放冷の焼なましを施した後、酸洗によってスケール除去し、潤滑皮膜処理を施した。連続引抜き機構、切断機構および1対の矯正ロールからなるロール式線材矯正機構とを備える連続式引抜き矯正機（コンバインド・マ

シン）を用いて前記潤滑皮膜処理を施した線材コイルを矯正カットし、表3に示す直径で長さ4～5mを有するみがき棒鋼とした。

【表3】

区分	冷間引抜き減面率 (%)	直径 (mm)	矯正結果
実施例1	11.4	16	正常
実施例2	9.8	19	正常
実施例3	11.4	16	正常
実施例4	9.8	19	正常
実施例5	11.4	16	正常
実施例6	11.4	16	正常
実施例7	11.4	16	正常
比較例1	11.4	16	矯正時折れ
比較例2	9.8	19	矯正時折れ
比較例3	11.4	16	矯正時折れ
比較例4	9.8	19	矯正時折れ
比較例5	11.4	16	矯正時折れ

【0021】表3から判るように、実施例1～7では、コンバインド・マシンによる矯正カット後、得られたみがき棒鋼にはきず、割れなどの有害な欠陥は認められず、また前記みがき棒鋼の曲りも1mm/m以下と十分

がき棒鋼にはきず、割れなどの有害な欠陥は認められず、また前記みがき棒鋼の曲りも1mm/m以下と十分

に小さく、正常な矯正が行われた。表2から判るように、実施例1～7は、中間圧延機列入側温度の高低に応じて、中間圧延機および仕上圧延機による圧延速度を適宜調整することにより、仕上圧延機列の出側温度（熱間圧延終止温度）を800～930℃の温度範囲内としたものである。

【0022】実施例5に比べて中間圧延機列入側温度が低めである実施例6では中間圧延および仕上圧延の圧延速度を高めとし、また、実施例5に比べて中間圧延機列入側温度が高めである実施例7では中間圧延および仕上圧延の圧延速度を低めとすることによって仕上圧延機列の出側温度（熱間圧延終止温度）を調整した。実施例1～7では、熱間圧延終了後の結晶粒度が、いずれも結晶粒度番号6以上の細粒となっている。

【0023】比較例1～5は、中間圧延機列入側温度と中間圧延および仕上圧延の圧延速度との調整が適切でないために仕上圧延機列出側温度（熱間圧延終止温度）が930℃を超え、結晶粒度番号6未満の粗大結晶組織となっている。表3から判るように、比較例1～5は冷間引抜き工程において割れを生じたり、矯正工程において

折損を生じ、正常な矯正を行うことができなかった。

【0024】以上のように、本発明によれば、引抜き加工工程、矯正加工工程で割れや折損を生じることのない、優れた冷間塑性加工性を有するフェライト系ステンレス鋼線が得られる。また、本発明によれば中間圧延および仕上圧延における圧延速度を調整することによって仕上圧延機列出側温度（熱間圧延終止温度）を調整するので、熱間圧延終止温度を調整するための装置、例えば圧延材の強制冷却装置等を必要としない。本発明の冷間塑性加工性に優れたフェライト系ステンレス鋼線の製造方法は、経済的な方法であるといえる。

【0025】

【発明の効果】以上に説明したように、本発明によれば、フェライト系ステンレス鋼線のコイル材から引抜き加工、矯正加工を含む工程によってみがき棒鋼を製造する際に、引抜き加工工程、矯正加工工程で割れや折損を生じることがない、優れた冷間塑性加工性を有するフェライト系ステンレス鋼線とその経済的な製造方法を提供することができる。